Aus der Medizinischen Universitätsklinik, Marburg-Lahn
Direktor: Professor Dr. A. Schwenkenbecher

Experimentelle Untersuchungen zur Prophylaxe der Hitzeerschöpfung beim Menschen mit Kreislaufmitteln

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
IN DER GESAMTEN MEDIZIN DER
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER
PHILIPPS-UNIVERSITÄT ZU MARBURG

vorgelegt von

PETER WEISS
aus Stolberg (Rheinland)

MARBURG-LAHN 1944
Druckerei Hermann Bauer

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg

am 15. Dezember 1944

Referent: Dozent Dr. med. habil. H. Böttner
Korreferent: Prof. Dr. A. Schwenkenbecher

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Das Krankheitsbild der Hitzeschäden beim Menschen ist im Schrifttum sehr unterschiedlich behandelt worden. Sowohl die Pathogenese als auch die Symptomatologie der verschiedenen klinischen Erscheinungsformen haben eine zum Teil von einander stark abweichende Darstellung erfahren. Eine ganz offenkundige Lücke bestand insofern, als experimentelle Studien dieses Fragenkomplexes bisher kaum vorlagen. Erst in jüngerer Zeit haben Böttner und Schlegel in ausgedehnten Hitzeversuchen am Menschen etwas mehr Klarheit in die Pathogenese der einzelnen Krankheitsbilder gebracht. Sie haben je nach den beobachteten Funktionsausfällen drei Formen der Hitzeschäden unterschieden:

1. Die Hitzeerschöpfung.
2. Den Hitzschlag.
3. Den Hitzekrampf.

Die Schwierigkeit, die einzelnen Formen scharf von einander abzugrenzen, war ihnen durchaus bewußt. Sie betonen daher, daß die Grenzen nicht scharf zu ziehen sind, sondern daß fließende Uebergänge der einzelnen Bilder die Differenzierung durchaus erschweren.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit interessiert weniger das Krankheitsbild des Hitzschlags, dem ein Versagen der physikalischen Wärmeregulation zugrunde liegt, noch das des Hitzekrampfes als ausgesprochenes Problem des Kochsalz- und Wasserhaushaltes, sondern das der Hitzeerschöpfung, dem häufigsten Erscheinungsbild.

Darüber hinaus sind praktisch bedeutsame Versuche unternommen worden, die zur Prophylaxe einer solchen Hitzeschädigung beitragen. Stehen doch der Klinik zweifellos Mittel genug zur Verfügung, derartige Gefahren abzuwenden. Im Gegensatz zu der in der Industrie geübten und bewährten Prophylaxe, die vorwiegend hygienischer Art ist und die Verbesserung des klimatischen Milieus zum Gegenstand hat, haben wir versucht, den Organismus selbst widerstandsfähiger zu machen.

Bei der Durchführung der Versuche standen uns eine ganze Reihe gesunder junger Männer, vorwiegend Medizinstudenten in dankenswerter Weise zur Verfügung.

Versuchsanordnung

Die seit 4 Stunden nüchterne Versuchsperson wurde auf einer auf 10 g genau wiegenden Waage gewogen und nach Blutdruck-, Puls- und sublingualer Temperaturmessung in die den ganzen Körper mit Ausnahme des Kopfes umschließende Kellog'sche Wärme-

kammer gebracht. Diese konnte durch wechselnde Serienschaltung auf 45°, 42° und 40° eingestellt werden. Da die Wärmekammertemperatur von 45° eine sehr starke Belastung für den Organismus bedeuteten, wurden für länger dauernde Versuche niedrigere Kammertemperaturen von 42° bezw. 40° Celsius gewählt. Zu Beginn des Versuches sowie in halbstündigen Intervallen erhielt die Versuchsperson 200 ccm Trinkwasser, um verlorengegangenes Schweißwasser wenigstens teilweise wieder zu ergänzen. Viertelstündlich wurde der Puls und die Temperatur registriert. Am Schluß des Versuches erfolgte eine nochmalige Messung der Blutdruckwerte. Sodann wurde nach einem gründlichen Reinigungsbad der Gewichtsverlust unter Abrechnung der zugefügten Trinkmenge ermittelt. Die Versuche wurden bei 50%iger Luftfeuchtigkeit durchgeführt.

Diese Versuchsanordnung lehnt sich im großen und ganzen an die von Böttner und Schlegel geübte an. Ueberblicken wir die Versuche an Hand der Protokolle unter der besonderen Berücksichtigung des Kreislaufs, so stellen wir fest, daß das Krankheitsbild der Hitzeerschöpfung eine Insuffizienz des Kreislaufes ist. Wie ist nun das Versagen des Kreislaufes zu erklären?

In den verschiedenen Versuchsreihen wurden bei Wärmetemperaturen von 45° Celsius, wie schon oben angedeutet wurde, die als Höchstgrenze für den Versuch festgesetzte Dauer von 2 Stunden niemals erreicht. Auch bei 42° Celsius erforderten die Versuche einen vorzeitigen Abbruch. Dagegen hat bei Kammertemperaturen von 42° C. eine ganze Reihe hitzeresistenter Personen die 2-Stundengrenze, teilweise mühelos, erreicht. Unter den subjektiven Symptomen, die zum Abbruch der Versuche führten, sind vorwiegend Kopfschmerzen, Herzklopfen, Mattigkeit und Müdigkeit, Stiche in der Herzgegend, Magendruck, Brechreiz, Schwindelgefühl, Flimmern und Schwarzwerden vor den Augen, Kollapsgefühl und hier und da Extrasystolen zu nennen.

Bei der kritischen Würdigung des objektiv überprüften Verhaltens von Blutdruck, Puls und Körpertemperatur stellte es sich heraus, daß letztere praktisch keinen Einfluß auf den Eintritt der Hitzeerschöpfung hatte, da manche Versuche abgebrochen wurden, ohne daß es zu nennenswerten Temperatursteigerungen gekommen wäre. Auf der anderen Seite hat eine ganze Anzahl von Versuchspersonen trotz erhöhten Körpertemperaturen die Versuche beschwerdelos überstanden. Es handelte sich dabei um Ueberwärmungstemperaturen und nicht um Fieber im eigentlichen Sinne. Der Anstieg der Körpertemperatur erfolgte dabei im allgemeinen kontinuierlich.

War also das Verhalten der Temperatur weniger bedeutsam, so ließ dafür das Verhalten des Pulses und des Blutdruckes ganz eindeutig erkennen, daß eine zunehmende Erschöpfung des Kreis-

laufes der beherrschende Faktor für den Eintritt der Hitzeerschöpfung ist.

Bei der fortlaufenden Kontrolle der Pulszahlen ergaben sich mehr oder weniger steil aufsteigende Kurven. Bei summarischer Betrachtung der Versuche erreichte das Herz bei einer Frequenz von 140 Schlägen die Grenze seiner Leistungsfähigkeit. Zwar wurden gelegentlich bei besonders widerstandsfähigen Versuchspersonen noch höhere Werte ermittelt, doch wurden die Versuche sodann abgebrochen, um unter allen Umständen Schäden an den Versuchspersonen zu vermeiden.

Bei der Feststellung der Blutdruckwerte zu Beginn und am Ende der Versuche ergaben sich zum Teil recht auffällige Unterschiede, die uns einen weiteren Einblick in das Kreislaufgeschehen gestatten. Soweit allerdings die Versuche, wie das bei 40° C. der Fall war, mühelos über die 2-stündige Distanz durchgestanden wurden,

Tabelle 1.

Blutdruck und Blutdruckamplitude vor und nach den Hitzeversuchen. RR = Blutdruck, A = Amplitude. Fragezeichen bedeuten, daß die diastolische Blutdruckmessung damit auch die Amplitude unsicher bezw. nicht möglich waren.

Nr.	Vpn.	RR bei Versuchsbeginn	A bei Versuchsbeginn	RR am Ende d. Versuche	A am Ende d. Versuche	Versuchsdauer	Puls	Kammer-Temp.
1	F.	125/75	50	120/55	65	99'	148	45°
2	Nö.	115/75	40	115/50	65	89'	132	45°
3	M.	115/70	45	110/35?	75?	70'	156	45°
4	Dr.	115/75	40	120/40?	80?	70'	140	42°
5	Na.	115/75	40	110/?	?	55'	144	42°
6	Kü.	100/65	35	105/?	?	68'	160	42°
7	Fi.	105/55	50	110/45	65	75'	124	42°

kam es nicht zu wesentlichen Aenderungen der Ausgangswerte und damit auch nicht zu meßbaren Aenderungen der Amplitude. Sobald sich aber subjektive Beschwerden insbesondere solche mit Kollapsneigung, bemerkbar machten, ergab sich ein ganz anderes Bild. Hierbei imponierte in erster Linie das recht augenfällige Absinken des diastolischen Blutdruckes. Der systolische Druck dagegen bewegte sich in Höhe des Ausgangswertes oder zeigte nur geringe Ausschläge nach oben und unten. Das Niveau wurde trotz erheblicher Tachycardie und trotz wesentlicher subjektiver Symptome durch Regulationsbestrebungen gewahrt. Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Blutdruckamplitude fast durchweg deutlich anwuchs.

Wenn wir die einzelnen Kriterien wie Körpertemperatur, Puls und Atmung gemeinsam überblicken, so steckt hinter den vorgefundenen Veränderungen nichts anderes als ein Ausdruck der wärmeregulatorischen Kräfte des Organismus, mit denen sich dieser der einwirkenden Wärme entgegenstellt. Bei Wärmeeinwirkung kommt es nämlich zu Gegenregulationen, die in erster Linie in einer

vermehrten Hautdurchblutung und einer je nach Erfordernissen mehr oder weniger starken Schweißsekretion ihren Niederschlag finden. Es handelt sich um Vorgänge, die nach Rubner als physikalische Wärmeregulation bezeichnet werden.

Folgende Gedanken mögen zur Erläuterung für das Verhalten von Puls und Blutdruckwerten dienen. Bei unseren Versuchen wurde strahlende Wärme verwandt, deren wirksamste wärmeentwickelnde Bestandteile die infraroten und roten Strahlen sind. Vermöge ihrer größten Penetrationskraft, die diese Strahlen bis in die Cutis vordringen läßt, erfolgt eine starke Erweiterung des hier vorhandenen Kapillarplexus. Dieses erweiterte periphere Gefäßsystem verlangt eine reichliche Zufuhr von zirkulierender Blutmenge, die hier zum Schutze der oberflächlichen Hautschichten unbedingt gebraucht wird. Das bei längerer Hitzeeinwirkung bedingte Mehrangebot an Blut veranlaßt den zentralen Kreislauf das fehlende Blut aus den Depots (Leber, Milz, Splanchnikus-Gebiet) zu nehmen. Zwangsläufig wird dadurch eine Mehrarbeit vom Herzen verlangt, was sich darin ausdrückt, daß das Herz, um das Minutenmolumen aufrechtzuerhalten, seine Frequenz steigern muß. Gleiche Regulationsfaktoren wie beim Puls sind auch bei den Blutdruckverhältnissen am Werke. Bei unseren Versuchen sahen wir, daß der systolische Druck sich ungleich länger hielt im Gegensatz zum diastolischen, der früher absank. Trotz der großen peripheren Gefäßgebiete, der Versackung des Blutes in die Extremitäten wird der systolische Druck durch Einengung des intestinalen Gefäßsystemes, durch Aufrechterhaltung des Minutenvolumens und durch Steigerung der Herzfrequenz länger aufrecht erhalten. Diesen Ausgleichsbestrebungen sind aber Grenzen gesetzt. Die Gewebe der blutspeichernden Organe verlangen ihren Sauerstoff und somit findet ein Zurückfluten des Blutes in diese Organe statt. Die Folge davon ist aber die Aufhebung der Druckkompensation, was zum Absinken des systolischen Blutdruckes führt. Das Absinken des diastolischen Druckes kann in der Tat nur durch abnorme periphere Gefäßerweiterungen und durch mangelhafte kompensatorische Verengerung im Splanchnikusgebiet verstanden werden. Auch die Blutversorgung des Herzmuskels selbst kann ungenügend werden, ein Umstand, der beim Eintritt des Kollapses nicht übersehen werden darf.

Ein Moment muß noch in den angestellten Versuchen berücksichtigt werden und zwar das orthostatische. Lampert beobachtete bei Ueberhitzungsversuchen in heißen Bädern, wo auch zur Wärmeregulation ein starker Abfluß von Blut in die Peripherie stattfindet, daß im allgemeinen die in den Bädern liegenden Patienten nicht kollabierten, es jedoch zum Kollaps kam, wenn die Patienten nach dem Bade aufgesetzt werden. Wenn nun nach Wollheim ohne Erweiterung der peripheren Gefäße 200 ccm Blut im Sitzen abfließen, wieviel mehr dann erst bei der beträchtlichen, peripheren Gefäßerweiterung unter der Hitzeeinwirkung.

Böttner und Schlegel haben in 2-stündigen Hitzeversuchen Eintauchversuche am Arm vorgenommen und dabei festgestellt, daß mit stärkeren subjektiven Beschwerden auch in stärkerer Volumenzuwachs des Armes einherging. Durchschnittlich haben sie in 2 Stunden einen Zuwachs des Armes von 66 ccm beobachtet, was auf die gesamte Körperoberfläche bezogen, doch viel bedeutet. In den länger dauernden Versuchen sahen wir auch immer eine mehr oder minder stärkere Schwellung der oberen und unteren Extremitäten. Die oft beobachtete motorische Unruhe schien uns ein Ausdruck dafür zu sein, daß das in der Peripherie vorhandene Blut dem Herzen wieder zugeführt werden muß. Ob noch reflektorische Störungen in der Blutzirkulation, Krämpfe oder Lähmungen einzelner Gefäßbezirke eine Rolle spielen, läßt sich nicht ohne weiteres entscheiden.

Das bisher Gesagte läßt eindeutig erkennen, daß bei Hitzeerschöpfung der Kreislauf im Vordergrund des Geschehens steht. Will man Schäden verhüten, so muß eine Prophylaxe, soll sie folgerecht durchgeführt werden, am Kreislauf ansetzen.

Ueberall wo Menschen großer Hitze ausgesetzt sind, seien es die Arbeiter in den verschiedenen Zweigen der Schwerindustrie oder die Heizer und das Maschinenpersonal der Schiffe, nicht zuletzt unsere Soldaten in den subtropischen und tropischen Ländern, ist man bestrebt, durch geeignete Maßnahmen den Hitzeschäden vorzubeugen. Vorweg sei gesagt, daß bei Menschen, die aus verschiedenen Ursachen so nach Infektionskrankheiten, Entbehrungen und Erschöpfungszuständen, nach alkoholischen oder sonstigen Ausschweifungen für Hitzeschäden besonders disponiert sind, eine Prophylaxe wenig Aussicht auf Erfolg hat.

Während sich die in der Industrie geübten Maßnahmen (Frischluftzufuhr, Berieselungsanlagen, Abschirmung der strahlenden Wärme durch Asbestanzüge und Kettenvorhänge) grundsätzlich gegen jede Form der Hitzeschädigung richten, konnten wir nur bestrebt sein, eine Prophylaxe gegen die Hitzeerschöpfung zu betreiben. Im ersten Teil unserer Ausführungen haben wir bereits dargelegt, daß so ernste Krankheitsbilder wie der Hitzschlag und der Hitzekrampf nicht experimentell studierbar sind.

Das bei weitem am häufigsten vorkommende Krankheitsbild der Hitzeschäden ist die Hitzeerschöpfung. Dabei handelt es sich, wie bereits gesagt, um eine Insuffizienz des Kreislaufs. Das Ziel dieser Arbeit war es, den Organismus von innen her durch verschiedene Kreislaufmittel zu stützen. Die in der hiesigen Klinik mit einigen Analeptika (Adrenalin, Strophantin) durchgeführten Versuche ließen den erwarteten Erfolg vermissen. Bei Adrenalin, das die peripheren Gefäßbezirke verengt, war kein Erfolg zu verzeichnen, während Strophantin nur einen vorübergehenden, meist sehr flüchtigen Effekt zeigte. In den jetzigen Versuchsreihen wurden solche Kreislaufmittel gewählt, von denen wir erwarteten, daß sie den dif-

ferenzierten Funktionsausfällen des Kreislaufs gerecht werden würden.

Die Prophylaxe bei der Hitzeerschöpfung stellt an ein Kreislaufmittel folgende Anforderungen:

1. Der Puls soll in der Grenze des physiologisch Erträglichen bleiben.
2. Der absinkende Blutdruck soll sowohl in der Systole als auch in der Diastole stabilisiert bleiben.
3. Das Mittel soll keine flüchtige, sondern eine protrahierte Wirkung entfalten.
4. Neben der Stützung des peripheren Kreislaufs soll vor allen Dingen die Stützung des Herzmuskels selbst gesichert sein, so in erster Linie die coronare Durchblutung.

Kreislaufmittel, die einigermaßen versprachen, diesen Anforderungen gerecht zu werden, haben wir ausgesucht und auf ihre prophylaktische Wirksamkeit hin untersucht. Bei der Auswahl der Mittel sind wir so vorgegangen, daß den peroral wirksamen Präparaten der Vorzug gegeben wurde. Einige Kreislaufmittel wurden auch parenteral appliziert. Um eine psychische Beeinflussung zu vermeiden, erhielten die Versuchspersonen keine Kenntnis von der Art des verabfolgten Mittels. Außerdem wurden die Präparate den halbstündlich zugeführten Trinkmengen beigemischt. Diesen Versuchsreihen wurden, um überhaupt Vergleichsmöglichkeiten über die Wirksamkeit der Mittel zu erhalten, entsprechende Kontrollversuche (sog. „Leerversuche") gegenübergestellt. Um gleichbleibende Versuchsbedingungen zu wahren, wurde unter anderem auch Wert darauf gelegt, gleiche Tageszeiten einzuhalten. Die einzelne Versuchsperson wurde entweder nur morgens oder nur abends in die Wärmekammer gesetzt. Bekannt ist ja, daß bei manchen Menschen der Kreislauf in den Nachmittagsstunden viel leistungsfähiger ist als in den Vormittagsstunden.

1. Versuche mit Cardiazol.

Dieses Mittel, dem eine Erregung des Atem- und Vasomotorenzentrums zugeschrieben wird, und das daher bei drohender Atem-

Tabelle 2.

Versuche mit Cardiazol.

		Leerversuche			Cardiazolversuche			
Nr.	Vpn.	V. D.	Puls	Gew.-verlust in Gr.	V. D.	Puls	Gew.-verlust in Gr.	Kammer-Temp.
1	Me.	41'	108	610	44'	116	920	42°
2	Ma.	35'	144	660	45'	156	830	42°
3	He.	52'	128	1170	50'	116	1130	42°
4	Dre.	70'	152	1160	70'	132	1120	42°
5	Br.	45'	132	730	35'	130	630	42°

lähmung, bei zentral bedingter Gefäßschwäche und kreislaufbedingter Herzinsuffizienz indiziert ist, wurde an 5 Versuchspersonen prophylaktisch verwandt. Es wurde als Cardiazol liquidum der Trinkmenge beigemischt verabfolgt und zwar je 1,5 ccm 15 Min. vor Beginn des Versuches und nach Ablauf der ersten halben Stunde.

Es sei vorweggenommen, daß eine günstige Beeinflussung der Hitzeverträglichkeit und damit eine Verzögerung im Eintritt der Hitzeerschöpfung nicht erzielt werden konnte. Außer der Versuchsperson Ma., die nur unwesentlich länger ausgehalten hat, haben alle übrigen Versuchspersonen die gleiche Zeit wie in den Kontrollversuchen durchgestanden oder gar frühzeitiger abbrechen müssen. Bemerkenswert waren gehäufte subjektive Beschwerden von Seiten des Magens wie Brechreiz, saures Aufstoßen, Magendruck und dgl. mehr. Eine Beeinflussung der Temperaturkurve konnte im Cardiazolversuch nicht beobachtet werden. Bei der Ermittlung der Pulszahlen stellten wir fest, daß der erhoffte mildere Anstieg und damit eine Stabilisierung des Pulses bei keiner Versuchsperson zu verzeichnen war. Das gleiche gilt für die Blutdruckverhältnisse. Bei der Gegenüberstellung der Blutdruckwerte in beiden Versuchsreihen ergaben sich sowohl bezüglich der systolischen als auch der diastolischen Zahlen keine auffälligen Unterschiede.

Wie eingangs schon vorausgeschickt, blieb der erwartete prophylaktische Wirkung aus. Das mag in der Versuchsanordnung und der Art der Verabreichung begründet liegen. Bei individueller Dosierung und Verabfolgung als Injektion ist sicher ein anderer Effekt zu erzielen.

2. Versuche mit Veritol.

Mehr Erfolg versprechend schien uns das Veritol[1], dem folgende Eigenschaften nachgerühmt werden: Vergrößerung von Schlag- und Minutenvolumen, Erhöhung des Blutdruckes und zwar sowohl des

Tabelle 3.

Versuche mit Veritol.

		Leerversuche							Veritolversuche							
Nr.	Vpn.	Versuchsdauer	Puls Beginn	Puls Ende	R. R. Beginn	R. R. Ende	Körper-Temp.	Gewichtsverlust	Versuchsdauer	Puls Beginn	Puls Ende	R. R. Beginn	R. R. Ende	Körper-Temp.	Gewichtsverlust	Kammer-Temp.
1	Nö.	45'	72	144	110/70	125/45	37,6°	1330	45'	68	152	110/60	100/35	37,0°	1420	45°
2	Ful.	60'	60	124	105/75	115/60	38,0°	1000	90'	60	120	100/70	110/65	38,5°	1290	40°
3	Ma.	35'	92	160	100/65	70/40	37,4°	550	75'	72	140	105/65	115/55	39,3°	1270	42°
4	Wa.	54'	80	156	125/80	105/45?	38,5°	760	60'	88	160	110/70	110/50	38,5°	460	42°
5	Si.	58'	76	144	125/75	70/35?	38,5°	830	60'	60	136	125/70	120/40	38,5°	1400	42°
6	Rö.	105'	68	148	110/75	105/?	39,2°	1280	120'	68	152	120/75	105/55	38,8°	1610	40°
7	De.	45'	68	128	105/60	100/?	38,7°	640	45'	80	132	95/65	120/55	38,6°	720	42°
8	Zw.	45'	76	160	105/70	110/45?	37,9°	410	75'	80	140	95/65	105/55	38,0°	780	40°
9	Fu.	50'	80	148	125/80	115/70	38,6°	450	60'	76	130	120/70	105/50	38,5°	710	42°

1) β- (p-Oxyphenyl) isopropyl-methylamin.

systolischen als auch in beschränktem Umfange des diastolischen Druckes und schließlich langdauernde Wiederherstellung des hämodynamischen Gleichgewichtes. Es ruft eine Verengerung des Kapillargefäßsystemes hervor, mobilisiert das Blut aus den Depots und erwirkt damit zugleich eine Vermehrung der zirkulierenden Blutmenge. Für unsere Versuche schien der Umstand günstig, daß Veritol dem orthostatischen Kollaps entgegenwirkt und das Absacken des Blutes in die unteren Extremitäten vermindert. Ferner sei noch darauf hingewiesen, daß es am Herzen selbst eine spezifische Oxydationssteigerung hervorruft, mit der die Mehrdurchblutung der Kranzgefäße Schritt hält. Die Pulsfrequenz schließlich wird nicht gesteigert, wohl aber erfährt die Amplitude eine Vergrößerung.

Unter Hinweis auf die Pathogenese der Hitzeerschöpfung mußte das Veritol geeignet sein, den verschiedenen Funktionsausfällen des Kreislaufes entgegen zu wirken.

Im Folgenden soll an Hand der Versuchsergebnisse die Wirksamkeit des Veritols als Prophylaktikum gegen Hitzeerschöpfung besprochen werden. Bei 3 Versuchspersonen injizierten wir 10 Minuten vor Beginn des Versuches 1 ccm = 20 mg Veritol i. m. Bei 6 anderen zogen wir die orale Verabreichung vor und gaben insgesamt 3 ccm Veritol liquidum der Trinkmenge beigemischt und zwar: 15 Min. vor Beginn des Versuches 1 ccm, nach $^1/_2$ Std. 1 ccm und nach einer weiteren halben Stunde nochmals 1 ccm. Vorweg sei gesagt, daß abgesehen von 2 Versuchspersonen, die die gleiche Zeit wie in den Kontrollversuchen erreichten, alle anderen der Hitzeeinwirkung länger widerstanden. Damit einher ging auch eine Besserung im subjektiven Befinden. Wie in allen bisherigen Versuchsreihen mit Kreislaufmitteln zeigte es sich auch hierbei, daß die Körpertemperatur ebenso unbeeinflußt anstieg wie in den Leerversuchen.

Eindeutig war die Wirkungsweise des Veritols auf den Puls. Bei allen Versuchspersonen sahen wir einen milderen Anstieg der Pulskurve. Außerdem scheint uns mitteilenswert, daß wir einige Male eine Bremsung des Pulses beobachten konnten. Ein Blick auf die abgebildete Kurve der Versuchsperson Z., die wir als Beispiel herausgreifen, lehrt, daß der Puls ungleich langsamer als im Leerversuch eine gewisse Höhe erkletterte, dann aber sein Niveau — abgesehen von kleineren Schwankungen — zu bewahren trachtete.

Schienen bereits diese Beobachtungen im Hitzeexperiment die erwartete Kreislaufunterstützung durch das Veritol zu bestätigen, so trafen diese Voraussetzungen auch bei der Betrachtung der Blutdruckwerte zu. Trotz der zumeist längeren Versuchsdauer in den Veritolversuchen hatte der Blutdruck am Ende der Versuche sein Niveau nicht nur gewahrt, sondern zum Teil erhöht. Das gilt in erster Linie für den systolischen Blutdruck, während der diastolische zuweilen um ein Geringes herunterging. Die Blutdruck-

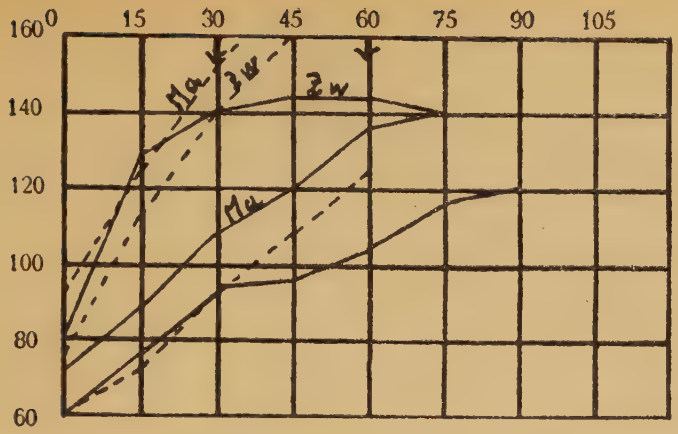

Abb. 1. Gegenüberstellung des Pulskurvenablaufes in den Veritolversuchen (durchgezogene Linie) zu den Leerversuchen (punktierte Linie). Man beachte den milderen Anstieg der Kurve nach Veritolgaben.

amplitude war am Schluß vergrößert, allerdings in weit geringerem Maße als in den Kontrollversuchen.

Zusammenfassend darf gesagt werden, daß das Veritol die Regulationsbestrebungen des Organismus, mit denen dieser einwirkender Wärme begegnet, zu unterstützen vermag. Der Eintritt der Hitzeerschöpfung wird hintangehalten, indem es — an funktionell wichtigen Punkten des Zirkulationssystems angreifend — den drohenden Kollaps einige Zeit zu verhüten imstande ist.

3. Versuche mit Veriazol.

Der sichtbare Erfolg der Kreislaufwirkung des Veritols ließ uns daran denken, es mit einem zentral wirksamen Mittel zu kombinieren. Im Veriazol haben wir eine solche Kombination zur Hand und zwar Cardiazol + Veritol im pharmakologisch begründeten und klinisch geprüften Dosierungsverhältnis von 10:1. Obwohl die Wirkungsweise beider im Veriazol vorhandenen Komponenten einzeln für sich bereits geprüft und erörtert wurde, dürfte es nicht verfehlt sein, auch Einiges über die Anwendung dieser Kombination in unseren Hitzeversuchen darzulegen.

Als hervorstechende Eigenschaft werden dem Veriazol nachgesagt, daß die gegenseitige unterstützende Wirkung der einzelnen Komponenten Cardiazol und Veritol recht bedeutend ist, wobei Cardiazol erweckend, reflexsteigernd, atmungsanregend und mit-

telbar über das Vasomotorenzentrum kreislaufförderndd wirkt, Veritol dagegen peripher gefäßverengend (auch in den venösen Stromgebieten); entspeichernd und blutdrucksteigernd. Beide zusammen erweitern die Kranzgefäße, erhöhen somit den Wirkungsgrad des Herzens selbst und steigern das Minutenvolumen; weiterhin vermögen sie sich auf Grund verschiedenartiger Angriffsweise an den Reflexbögen in ihrer zentralen Wirkung, die in gewissem Sinn auch dem Veritol zukommt, zu ergänzen. Bei zentral ausgelösten Kreislaufkatastrophen wird neben der Vasomotorenerregung durch Cardiazol eine unterstützende periphere Wirkung über eine Entleerung der Blutspeicher und Gefäßverengung durch das Veritol erreicht. Diese auf Grund physiologischer und pharmakologischer Forschung gestützten Erkenntnisse über die Wirkungsweise des Mittels veranlaßte seine prophylaktische Verwendung in unseren Versuchen.

Eine Versuchsreihe mit Veriazol wurde an 15 Versuchspersonen durchgeführt. Bei 3 Personen gaben wir 15 Min. vor Beginn des Versuches 1 ccm Veriazol i. m., und dann zweimal in halbstündigen Intervallen 1 ccm Veriazol liquidum. Die 12 anderen erhielten das Mittel ausschließlich peroral verabreicht, wiederum der Trinkmenge beigemischt, und zwar 15 Min. vor dem Versuch und zweimal in halbstündigen Zwischenräumen je 1 ccm, insgesamt also 3 ccm Veriazol liquidum. Die Versuchsprotokolle gaben uns folgende Aufschlüsse:

In Tab. 4 sind die Ergebnisse dieser Versuchsreihe zusammengefaßt. Bei kritischer Würdigung scheiden 2 Versuchspersonen bei der Betrachtung aus (T. und Jä.). Während die eine (T.) offensichtlich indisponiert war, fehlte es bei der anderen an der

Tabelle 4.

Versuche mit Veriazol.

		Leerversuche					Veriazolversuche					
Nr.	Vpn.	Vers.-dauer	R. R. Beginn	R. R. Ende	Puls Beg.	Puls Ende	Vers.-dauer	R. R. Beginn	R. R. Ende	Puls Beg.	Puls Ende	Kammer-Temp.
1	Nö.	45'	110/70	125/45	72	144	50'	105/65	105/55	68	120	42°
2	M.	41'	90/50	80/25	76	104	60'	105/55	100/45	76	112	42°
3	D.	45'	105/60	100/?	68	128	45'	100/60	100/45	72	128	42°
4	T.	90'	115/60	125/?	64	124	70'	105/65	90/?	64	92	40°
5	Tr.	40'	120/80	115/50	68	112	40'	125/75	135/55	76	112	40°
6	Ei.	45'	120/65	120/?	52	104	57'	120/70	125/55	60	124	42°
7	V.	45'	125/60	130/40	72	108	60'	135/70	140/40	64	104	40°
8	Mö.	45'	115/75	90/?	84	140	70'	105/75	90/50	64	120	40°
9	Jä.	105'	130/85	110/50	68	136	60'	100/80	100/60	64	108	40°
10	Le.	60'	105/60	105/?	60	116	60'	100/55	100/50	60	108	42°
11	Kr.	45'	100/55	100/?	68	136	45'	95/55	100/25?	60	116	42°
12	G.	60'	130/85	130/50	76	128	60'	125/85	125/75	72	108	40°
13	Ma.	35'	100/65	95/?	84	144	75'	100/60	120/50	72	120	42°
14	P.	60'	115/70	105/40	84	160	60'	120/75	115/60	76	132	40°
15	H.	45'	130/70	70/?	64	160	60'	100/75	115/50	68	120	40°

nötigen Willenskraft. Der Versuch Jä. mußte frühzeitig abgebrochen werden, obwohl die subjektiv geklagten Beschwerden mit den objektiv geprüften Kriterien erheblich kontrastierten. Von den 13 anderen Versuchspersonen haben 6 die gleiche Zeit wie in den Kontrollversuchen erreicht, 7 länger ausgehalten.

Bezüglich der subjektiven Beschwerden, die vor Abbruch der Versuche geäußert wurden, sei erwähnt, daß die meisten Versuchspersonen Blutandrang zum Kopf, Stauungsgefühl und Druck im Kopf angaben. Direkte Beschwerden von Seiten des Herzens wurden nicht geklagt. Das Mittel an sich wurde allgemein gut vertragen; jedenfalls fehlten irgendwelche Magen-Darmsymptome, die für die Unverträglichkeit des Präparates hätten sprechen können.

Die Schweißsekretion setzte in den Veriazolversuchen allgemein früher ein und wurde über die ganze Versuchszeit hinaus optimal unterhalten. Das kommt in den Gewichtsverlusten (lies Schweißverluste) nicht einmal zum Ausdruck. Während vielmehr in den Leerversuchen ungesteuerte „Schweißströme" vergossen wurden, die ebenso rasch wieder versiegten, schien die Hauptwasserabgabe unter dem Einfluß der wirksamen Kreislaufmittel ökonomischer zu erfolgen. Daß damit eine Verbesserung der Wärmeregulation Hand in Hand ging, lehrt ein Blick auf die Tab. 5. Trotz meist längerer Versuchsdauer in den Veriazolversuchen erreichte die Körpertemperatur fast durchweg weniger hohe Gipfelwerte.

Tabelle 5.

Versuche mit Veriazol.

		Leerversuche				Veriazolversuche				
Nr.	Vpn.	Gew.-verlust	Vers.-dauer	Temp. Beginn	Temp. Ende	Gew.-verlust	Vers.-dauer	Temp. Beginn	Temp. Ende	Kammer-Temp.
1	Nö.	1330	45'	36,8°	37,6°	1480	50'	36,5°	37,5°	42°
2	M.	610	41'	36,4°	38,5°	1230	60'	37,1°	39,0°	42°
3	D.	640	45'	36,5°	38,7°	700	45'	36,6°	38,5°	42°
4	Ei.	640	45'	36,0°	38,1°	940	57'	36,0°	37,4°	42°
5	Mö.	1070	45'	36,5°	38,0°	2050	70'	36,4°	37,7°	40°
6	Kr.	770	45'	37,0°	38,4°	780	45'	36,6°	38,3°	42°
7	Ma.	660	35'	36,6°	38,2°	1950	75'	36,7°	38,6°	42°
8	H.	590	45'	36,1°	38,0°	810	60'	37,2°	38,3°	40°

Der Puls hielt sich in erträglichen Grenzen. Aehnlich wie beim Veritol verlief sein Anstieg deutlich gebremst, sodaß am Schluß der Veriazolversuche die Höchstwerte unter denen der Kontrollversuche lagen, obwohl doch diese meist früher abgebrochen wurden.

Wir dürfen darin zweifelsohne einen Effekt des Veriazols erblicken, besserte sich doch die Qualität des Pulses schon nach der ersten Gabe des Mittels.

Wenn also unsere Versuchspersonen eine solche Stützung ihres Kreislaufes erfuhren, bevor sie die Wärmekammer betraten, so ist das der sinnfällige Ausdruck einer wirklichen Prophylaxe.

Die Wirkung war protrahiert. Die Pulszahl hielt sich lange Zeit unter der als kritisch angesehenen Höhe von 140 Schlägen.

Wenn die Versuche durchweg vor Erreichung höherer Pulszahlen abgebrochen wurden, so geschah dies nur mit Rücksichtnahme auf unsere Versuchspersonen.

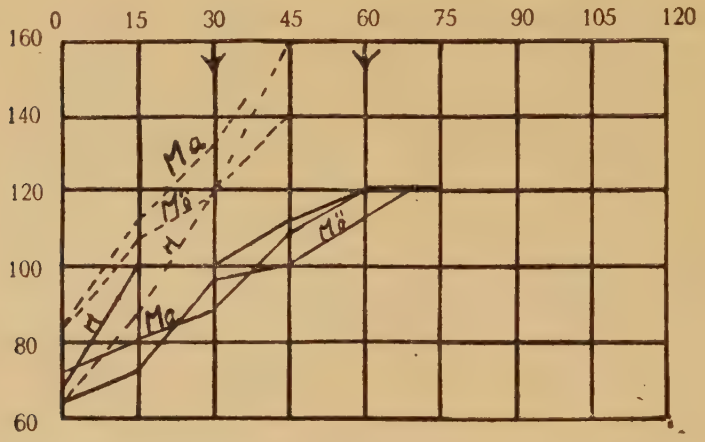

Abb. 2. Pulskurvenablauf in den Veriazolversuchen (durchgezogene Linie) in Gegenüberstellung zu den Leerversuchen (punktierte Linie). Die Kurve zeigt deutlich den Veriazoleffekt.

Obwohl vom Veriazol gesagt wird, daß das Cardiazol die blutdrucksteigernde Wirkung des Veritols unterstützt, sahen wir in unserer Versuchsreihe keine wesentlich besseren Verhältnisse gegenüber dem Veritol allein. Der systolische Blutdruck war im Vergleich zu den Ausgangswerten meistens in denselben Grenzen geblieben, im Vergleich zu den Kontrollversuchen allerdings wesentlich besser stabiliert. Betrachten wir den diastolischen Druck, so stellen wir fest, daß er in den Kontrollversuchen bei 8 Personen nicht mehr meßbar und bei den übrigen 7 stark erniedrigt war. In den Veriazolversuchen war eine exakte Messung nur zweimal nicht möglich. Bei allen anderen Versuchspersonen hatte der diastolische Druck sein Niveau gehalten. Aehnlich dem Veritol scheint auch Veriazol imstande zu sein, den durch Hitzeeinwirkung bedrohten Kreislauf zu stabilisieren und ungleich länger vor der drohenden Katastrophe zu schützen.

4. Versuche mit Coramin.

Die im Schrifttum beschriebene günstige Kreislaufwirkung von Coramin gab uns die Anregung, das Mittel bei unseren Versuchen prophylaktisch in Anwendung zu bringen. In der Militärmedizin gibt Isler bekannt, daß sich Soldaten bei Erschöpfungszuständen, bedingt durch anstrengende Märsche in der brütenden Mittagshitze, nach Gaben von 40—50 Tropfen Coramin wenige Minuten später frischer fühlten und den Marsch bis zu Ende mitmachen konnten, ohne über weitere Beschwerden zu klagen. Knoll, Martin und Uhlmann berichten gleichfalls von der bewährten kreislaufföndernden und zentralstimulierenden Wirkung des Coramins bei Erschöpfungszuständen in Sport und Beruf.

Coramin ist eine 25%ige wässerige Lösung des Pyridin-β-Carbonsäure-Diaethylamids. Im Vordergrund der Wirkung steht die Erregung lebenswichtiger Zentren, die an der Kreislaufwirkung, der Anregung der Atmung und der Steigerung verschiedener Reflexmechanismen zu erkennen ist. Coramin ist ein „Weckmittel". Nach Berger lassen folgende Eigenschaften das Präparat in der Kreislauftherapie geeignet erscheinen: „Seine Verwendung ist gegeben in aller erster Linie durch die erregende Wirkung auf das Vasomotorenzentrum, erst in zweiter Linie durch die Verbesserung von Systole und Diastole und die periphere Gefäßwirkung." Die doppelte zentrale und periphere Gefäßwirkung eignet das Mittel ganz besonders zur Behandlung von Kollaps und Praekollaps. Der gesunkene Blutdruck, besonders der systolische, steigt, es überwiegt also die Vasokonstriktion. Der Puls wird voller, die Beschleunigung ist nur mäßig. Coramin pflegt die zirkulierende Blutmenge zu vermehren. Diese Wirkung ist wahrscheinlich peripherer Natur, während es bei Asystolie die zirkulierende Menge vermutlich durch tonisierenden Effekt auf das Myocard herabsetzt. Einen günstigen Einfluß sowohl auf Blutdruck und Pulswerte als auch auf die subjektiven Beschwerden übt Coramin nach Büssemaker beim orthostatischen Kreislaufkollaps im Unterdruck aus. Diese Wirkung ist nach seiner Auffassung darauf zurückzuführen, daß der Tonus aller Gefäßgebiete besonders aber der der venösen Plexus vielleicht auch der Kapillargebiete erhöht, und dadurch dem Kreislauf mehr Blut zugeführt wird. Dieses fließt dem rechten Herzen zu und ermöglicht die Vergrößerung des Minutenvolumens. Gleichzeitig bewirkt Coramin eine Zunahme des Schlagvolumens, wodurch die Peripherie besser mit Blut versorgt wird. Die Förderleistung des Herzens selbst steigert sich deutlich. Dieser Effekt kann durch eine Wirkung auf die Herznerven, durch direkte Beeinflussung des Herzmuskels oder durch eine Erhöhung der Coronardurchblutung zustande kommen.

Die im Schrifttum auf Grund klinischer Erfahrungen beschriebene Wirksamkeit als Liquidum veranlaßte uns, es ausschließlich

in dieser Form zu verabfolgen. Zudem heißt es, daß diese Art der Applikation die Wirkung sogar protrahiere.

8 Versuchspersonen erhielten 2 mal 25 Tropfen Coramin liquidum der Trinkmenge beigegeben, und zwar 15 Minuten vor Beginn des Versuches und nach der ersten halben Stunde.

Die Tabelle 6 gibt uns Aufschluß über die Wirksamkeit des Coramin auf den Kreislauf bei Hitzebelastung. Von 8 Versuchspersonen haben 5 länger gesessen, 2 die gleiche Zeit wie in den Kontrollversuchen erreicht, während nur 1 unwesentlich früher die Wärmekammer wegen Kollapsgefahr, die plötzlich eintrat, verlassen mußte. Wie in den bisherigen Versuchsreihen blieb auch beim Coramin der Ablauf der Temperaturkurven ohne wesentliche Abweichung von dem der Leerversuche. Dies wird auch dadurch noch nachdrücklicher belegt, daß wir bei allen Versuchspersonen eine gleichmäßige Schweißsekretion sahen.

Tabelle 6.

Versuche mit Coramin.

		Leerversuche							Coraminversuche							
			Puls		R. R.					Puls		R. R.				
Nr.	Vpn.	Versuchsdauer	Beginn	Ende	Beginn	Ende	Körper-Temp.	Gewichtsverlust	Versuchsdauer	Beginn	Ende	Beginn	Ende	Körper-Temp.	Gewichtsverlust	Kammer-Temp.
1	V.	45'	72	108	125/60	130/40	38,2°	1580	50'	64	124	115/60	140/?	38,6°	860	40°
2	P.	60'	84	160	115/70	105/40	38,8°	680	60'	76	148	105/75	95/35	38,3°	720	40°
3	H.	45'	64	160	130/70	70/?	38,0°	590	60'	80	152	105/75	95/40	37,9°	1380	40°
4	Pe.	45'	84	132	125/90	120/45	38,0°	680	55'	68	104	115/75	95/?	38,1°	730	42°
5	Mö.	45'	84	140	115/75	90/?	38,0°	1070	60'	84	124	100/65	85/45	37,8°	1440	40°
6	G.	60'	76	128	130/85	110/50	39,0°	1270	60'	68	112	135/85	135/60	38,7°	1520	40°
7	Ei.	45'	52	104	120/65	120/?	38,1°	640	60'	48	104	105/55	130/35	37,5°	900	42°
8	Sch.	60'	64	124	115/75	120/45	38,4°	720	55'	76	140	115/70	100/40	38,2°	640	40°

Berücksichtigen wir bei den einzelnen Versuchen die unterschiedliche Zeitdauer, so hielt Coramin bezüglich des Pulses das, was wir uns von ihm versprochen hatten. Kurz nach Einnahme von 25 Tropfen Coramin liquidum setzte eine kräftige Pulsation ein. Man merkte bei der Palpation des Radialis- bezw. des Carotispulses, wie das Herz mit kräftigem Schwung das Blut durch die Strombahn schleuderte, ohne daß eine Beschleunigung festzustellen war. Eine kleine Einschränkung ist hier allerdings geltend zu machen. Coramin wird offenbar schnell resorbiert, denn schon nach etwa 5—10 Minuten konnte man ein Nachlassen der Pulsqualitäten wahrnehmen. Diese Beobachtung steht in gewissem Widerspruch zu der eingangs erwähnten protrahierten Wirkung, die dem Coramin im Schrifttum zugeschrieben wird. Das mag in der Versuchsanordnung mit der starken Beanspruchung des Kreislaufes begründet liegen. Wie so oft spielt auch die Höhe der Dosierung

eine gewichtige Rolle. Wenn auch die Wirkung des Coramins an der Qualität des Pulses gemessen, — die übrigens einer sehr unterschiedlichen individuellen Beurteilung unterliegt! — nur flüchtig war, blieb im ganzen betrachtet der Ablauf der Pulskurve milder als in den Leerversuchen. Zudem hielten die Versuchspersonen ja auch meist länger durch.

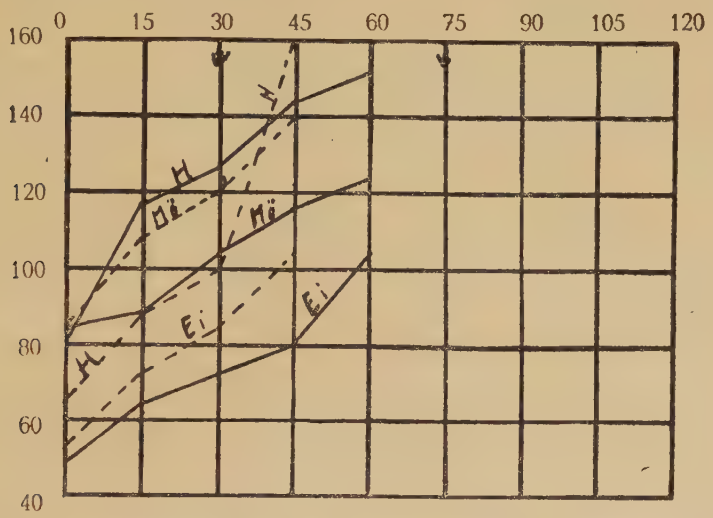

Abb. 3. Pulskurvenablauf in den Coraminversuchen (durchgezogene Linie) in Gegenüberstellung zu den Leerversuchen (punktierte Linie).

Beim Blutdruck war die Situation so, daß der systolische Druck am Ende der Versuche im physiologischen Rahmen blieb. Der diastolische Druck war jedoch fast unbeeinflußt vom Coramin, da er meistens stark absank und in zwei Fällen nicht mehr meßbar war.

Zweifellos ist also mit der prophylaktischen Verwendung des Coramins bei drohender Hitzeerschöpfung ein Effekt zu erzielen. Unsere zahlenmäßig nicht ausreichenden Versuche lassen eine abschließende Beurteilung aber noch nicht zu. Durch größere Versuchsreihen und individueller Dosierung werden unsere Ergebnisse wahrscheinlich noch eine Korrektur erfahren.

5. Versuche mit Coffein.

Auf Grund eigener Erfahrungen als Werkstudent ist mir der Genuß von Bohnenkaffee in Hitzebetrieben bekannt geworden. Hochofenarbeiter z. B. schätzen seinen Genuß als starkes, aber lauwarmes Getränk, um sich bei der intensiven Hitzestrahlung leistungsfrischer zu erhalten. Die offenkundig guten Erfahrungen, die die Arbeiter damit machten, bewogen mich, die Reihe unserer Versuche mit Kreislaufmitteln durch die prophylaktische Verwendung des Cof-

feins zu beschließen. Freilich ist es uns von vornherein durchaus bewußt gewesen, daß neben der Kreislaufwirkung des Coffeins auch seine zentral stimulierenden Eigenschaften in Rechnung zu setzen waren.

Coffein ist chemisch gesehen Trimethylxanthin. Es steigert die Leistungen des psychisch und physisch Ermüdeten. Im übrigen ist die Wirkung des Coffeins so bekannt, daß wir uns mit der Aufzählung einiger pharmakologischer Daten begnügen. Die Auffassung äußerer Eindrücke und die assoziative Verbindung der Vorstellungen werden erleichtert. Es vertreibt die Müdigkeit, die medullären Zentren werden erregt.

Am Herzen wie auch an den Gefäßen machen sich zentrale und periphere Einflüsse geltend. Das Kontraktionsvermögen und damit die absolute Kraft des Herzmuskels werden gesteigert. Das coffeinisierte Herz geht in seiner Kontraktion über die sich ihm entgegenstellende Belastung hinaus, es wird in seiner Arbeitsleistung überschießend. Die Schlagfrequenz wird mit kleinen Coffeindosen verlangsamt (zentrale und periphere Vagusreizung), durch größere Dosen beschleunigt (über den Accelerans).

Die Verstärkung der Systole, der vermehrte Blutzustrom zum rechten Herzen und schließlich die für die Herzaktion überaus wertvolle Erweiterung der Coronargefäße werden ebenfalls dem Coffein zugeschrieben. Was schließlich den Blutdruck betrifft, sollen die normalen Werte durch Coffein nicht beeinflußt werden.

Diese pharmakologische Definition ließ die Erwartung zu, auch im Coffein ein geeignetes Mittel zu erblicken, dem in der Pathogenese der Hitzeerschöpfung geschilderten Kreislaufgeschehen prophylaktisch entgegenzutreten.

Tatsächlich sind die Erwartungen auch nicht enttäuscht worden. Ein Blick auf die Tab. 7 lehrt, daß 7 von 10 Versuchspersonen unter dem Einfluß von Coffein die Hitze länger ertragen haben.

Tabelle 7.
Versuche mit Coffein

		Leerversuche							Coffeinversuche							
Nr.	Vpn.	Versuchsdauer	Puls Beginn	Puls Ende	R. R. Beginn	R. R. Ende	Körper-Temp.	Gewichtsverlust	Versuchsdauer	Puls Beginn	Puls Ende	R. R. Beginn	R. R. Ende	Körper-Temp.	Gewichtsverlust	Kammer-Temp.
1	Me.	41'	76	104	90/50	80/25?	38,5°	610	70'	68	128	95/55	110/50	39,0°	1220	42°
2	Nö.	50'	76	136	105/75	105/55	38,0°	1500	45'	76	124	110/75	120/25?	37,6°	1400	45°
3	Le.	47'	76	132	130/65	130/55	38,1°	1150	45'	76	156	105/65	130/55	37,4°	1350	45°
4	Na.	45'	68	128	125/75	110/40	39,0°	1130	60'	68	132	120/70	125/?	38,6°	1300	42°
5	Fe.	60'	72	156	120/75	120/40	38,7°	1330	65'	68	132	100/65	105/?	38,6°	1460	42°
6	Ma.	35	84	144	100/65	95/?	38,2°	660	60'	76	124	100/55	100/35?	38,9°	1180	42°
7	Fu.	60'	60	124	105/75	110/60	38,0°	1000	110'	68	124	125/80	120/70	38,1°	1710	40°
8	Zw.	45'	76	160	105/70	110/45	37,9°	410	90'	64	140	100/65	85/35?	38,3°	1040	45°
9	Rö.	105'	68	148	110/45	105/?	39,2°	1280	120'	76	144	115/75	120/70	39,1°	1320	45°
10	Kü.	75'	68	152	115/65	80/40	38,1°	680	60'	88	160	100/65	100/45	38,5°	790	42°

Die Versuchspersonen erhielten je nach der Dauer der Versuche 0,1—0,2 g Coffein, das in Einzelportionen von 0,05 g zu Versuchsbeginn und in halbstündigen Intervallen in 200 ccm lauwarmem Malzkaffee aufgelöst, zugeführt wurde.

Wie schon gesagt, konnte mit diesem Coffeintrank eine teilweise sehr beträchtliche Verbesserung der Hitzeerträglichkeit erreicht werden. Die trotz längerer Versuchsdauer in den Coffeinversuchen beobachteten niedrigeren Gipfelwerten des Pulses erlauben ohne weiteres die Folgerung, daß die dem Coffein zuerkannte Kreislaufwirkung auch in unseren Versuchen eine gewisse Rolle spielte. Wir schreiben das aber weniger einer direkten Einwirkung auf den Herz-

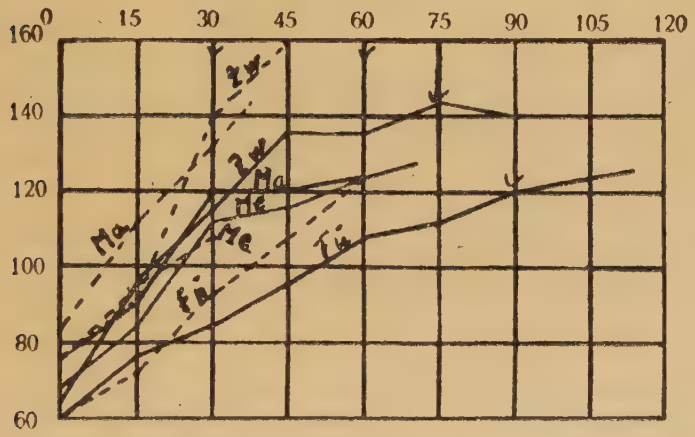

Abb. 4. Pulskurvenablauf in den Coffeinversuchen (durchgezogene Linie) in Gegenüberstellung zu den Leerversuchen (punktierte Linie).

muskel zu als vielmehr einer Erregung des Vasomotorenzentrums. Unsere Auffassung wird durch das Verhalten des Blutdrucks bestärkt. Der Blutdruck bewegte sich bei Beendigung der Versuche in Höhe seiner Ausgangslage oder sogar darüber! Wir betonen hierbei allerdings, daß alle Versuche abgebrochen wurden, ehe ernstere Anzeichen einer Erschöpfung der Versuchspersonen zu beobachten waren. Trotz der nicht zu bestreitenden Kreislaufwirkung sehen wir vorwiegend den Erfolg des Coffeins in seinen stimulierenden Eigenschaften. Die frühzeitige Beendigung der Versuche bildete eine Vorsichtsmaßnahme. Wir wissen nämlich von vielen stimulierenden Mitteln, daß sie durch Mobilisierung psychischer Energien eine drohende Erschöpfung lange Zeit zu über-

decken vermögen. Daß in unseren Versuchen eine solch zentral erregende Wirkung vorlag, dürfen wir aus dem psychischen Verhalten der Versuchspersonen entnehmen. Besonders in den langdauernden Versuchen zeigten diese eine angeregte, teils euphorische Stimmung.

Zusammenfassend können wir also die dem Coffein zugeschriebenen Eigenschaften nur unterstreichen. Wir halten das Mittel als Hitzeprophylaktikum für durchaus geeignet. Insbesondere ist, soweit vorhanden, die Verwendung des Bohnenkaffees in Hitzebetrieben zu empfehlen.

Zusammenfassung:

In der Kellog'schen Wärmekammer wurden 31 Versuchspersonen, ausschließlich gesunde junge Männer, der Einwirkung strahlender Wärme ausgesetzt. Das dabei beobachtete Symptomenbild entsprach dem der Hitzeerschöpfung. Es handelt sich dabei um die weitaus häufigste Form der Hitzeschäden, die nach neueren Untersuchungen an der hiesigen Klinik in 3 Formen aufgeteilt werden:

1. Hitzeerschöpfung
2. Hitzschlag
3. Hitzekrampf.

Von diesen 3 Formen läßt sich nur die Hitzeerschöpfung experimentell am Menschen studieren, während sich die Herbeiführung eines Hitzekrampfes oder gar eines Hitzschlags durch die hohe Mortalität, mit denen sich diese Krankheitsbilder verbinden, von selbst verbieten.

Das Studium der Pathogenese der Hitzeerschöpfung ergab ganz eindeutig, daß Herz und Kreislauf im Mittelpunkt des Geschehens stehen. Die Hitzeerschöpfung ist ein Kreislaufproblem.

Das besondere Gewicht in den vorliegenden Untersuchungen wurde mehr darauf verlegt, vorbeugende Maßnahmen gegen einen frühzeitigen Eintritt der Hitzeerschöpfung zu ergreifen. Es war nicht unsere Aufgabe, die in den Industriebetrieben getroffenen und bewährten Vorkehrungen, die vorwiegend auf eine Verbesserung des klimatischen Milieus hinauskommen, nachzuahmen. Wir waren vielmehr bestrebt, dem Organismus selbst eine gewisse Unterstützung angedeihen zu lassen. Wissen wir doch, daß unter besonderen Bedingungen — man denke nur an die kämpfende Truppe (Panzerwagen!) — der Versuch, etwa die äußeren Unbilden des Klimas abschwächen zu wollen, von vornherein illusorisch ist.

Die Auswahl der in unseren Experimenten erprobten Mittel war insofern vorgeschrieben, als dem bei uns ausschließlich beobachteten Hitzeschaden ein Versagen des Kreislaufs zugrunde lag. In Fortsetzung der bisher in der Klinik durchgeführten Versuche, haben

wir deshalb eine Reihe weiterer Kreislaufmittel und zwar Cardiazol, Veritol, Veriazol, Coramin und Coffein auf ihre prophylaktische Wirksamkeit untersucht. Als Ergebnis dieser Versuche stellte es sich heraus, daß es durchaus möglich ist, eine drohende Kreislaufkatastrophe, und damit den Eintritt der Hitzeerschöpfung zum Teil wesentlich zu verzögern. Wir sind überzeugt, daß derartige Fragen eine große praktische Bedeutung erfahren können und glauben, daß durch individuelle Dosierung dieser Mittel ein noch besserer Erfolg zu erwarten ist.

Herrn Dozent Dr. med. habil. H. Böttner bin ich zu ganz besonderem Dank für die Ueberlassung des Themas und die zahlreichen Anregungen verpflichtet. Es ist mir weiterhin eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Schwenkenbecher, meinen besten Dank auszusprechen, nicht nur für die freundlichen Anregungen, die er mir bei der Anfertigung der Arbeit zuteil werden ließ, sondern auch dafür, daß er in liebenswürdiger Weise das Coreferat übernommen hat.

Schrifttum

(die angeführten Arbeiten wurden im Text nicht alle angeführt).

Altmann: Med. Klin. 1932, Nr. 43.
Anschütz: Kongr. internat. chir. Ges. 1932.
Alken: Ztschr. f. Urologie, 1938, Bd. 32; H. 10, S. 653.
Bachmann: Arch. Klin. Wschr. 1935, Nr. 49.
Bardossy: Wien. med. Wschr. 1933 Nr. 48.
Baumann: Arch. Klin. Chir. Bd. 189, S. 347.
Baus: Münch. med. Wschr. 1933, Nr. 20.
Berger: Wien. med. Wschr. 1935, Nr. 22.
Bochetti: Ther. Gegenwart Tg. 83, 96—99 (1942).
Böttner: Habilitationsschrift, Marburg 1943; Klin. Wschr. (1941), 4. 71/4. 75.
Böttner-Schlegel: Z. exper. Med. 108, 151 (1940); Dtsch. Arch. Klin. Med. 187, 281 (1941).
Brack: Dtsch. med. Wschr. 1935, Nr. 6.
Büssemaker: Med. Klin. 1938, Nr. 13; Med. Klin. 1938 Nr. 29 (Stzsbr.).
Carius: Koloniale Rundschau 1938.
Castelli: Schweiz. med. Wschr. 1934, Nr. 33.
Dreyer: Der Chirurg, 1937, H. 19, 5, 726.
Droese: Arb. physiolog. 12, 124 (1942).
Erhardt: Mschr. Geburtsh. Bd. 93, H. 6.
Eisner: Schweiz.-med. Wschr. 1927, Nr. 24.
Fahrenkamp: Med. Klin. 1927, Nr. 10; Med. Welt 1927, Nr. 47; Klin. Wschr. 1928, Nr. 14 (Sitzsber.).
Förster: Med. Klin. 1938, Nr. 19.
Freytag: Ther. Gegenw. 1933, H. 5.
Frank: Moderne Therapie, 11. Auflg., Berlin 1941.
Grasmann: Münch.-med. Wschr. 1933, Nr. 1.
Grüneberger: Med. Klin. 1929, Nr. 45.
Guttmann: Fortschr. Ther. 1927, H. 15.
Heinrich: Münch.-med. Wschr. 1933, Nr. 14.
Hellmann: Mediz. Welt (1943), Nr. 7, S. 146; Nr. 9, S. 190.
Heni: Z. exper. Med. 108, 427 (1940).
Heppner: Münch.-med. Wschr. 1932, Nr. 52.
Hochrein: Der Coronarkreislauf, Berlin 1932.
Hiller: Der Hitzschlag, Leipzig 1917; Dtsch. Med. Wschr. 1913, I. S. 1185.
Isler: Schweiz. med. Wschr. 1929, Nr. 12.
v. Kartnitschnigg: Zbl. Chir. 1940, Nr. 16, S. 719.
Kayser: Naunyn-Schmiedebergs Arch. Bd. 190, H. 3/4.
Killian: Zbl. Chir. 1931, Nr. 21; Klin. Wschr. 1931, Nr. 31; Klin. Wschr. 1933, Nr. 5; Naunyn-Schmiedebergs Arch. 181, H. 1.
Killian-Uhlmann: Naunyn-Schmiedebergs Arch. Bd. 163, H. 1/2.
Klotz: Münch.-med. Wschr. 1938, Nr. 26, S. 985.
Knoll: Schweiz.-med. Wschr. 1927, Nr. 10.
Koch: Med. Welt 1936, Nr. 12.
Koll: Klin. Wschr. 1938, Nr. 1.
Koll u. Koll-Schröder:
Kl. Wschr. 1939, Nr. 11, S. 380/383.
Kylin: Der Blutdruck des Menschen, Dresden u. Leipzig 1937.

Lang: Wien.-med. Wschr. 1929, Nr. 41.
Lehmann-Szakáll: Arb. physiolog. 10, 608 (1939); Arb. physiolog. 11, 73 (1940).
Leroûx: Clin. 1938, Nr. 297.
Lindenberg: A. Folka Medica Vol. 13, Nr. 32.
Mamier: Med. Klin. 1938, Nr. 32, S. 1068/1069.
Matthes u. Falk: Luftfahrt med. H. 2, Bd. 5, S. 127—148 (1941).
Maier: Der Kokainismus, Leipzig 1926.
Maigné: Concours méd. 1932, Nr. 49.
Mayrhofer: Wien.-med. Wschr. 1932, Nr. 21.
Mosco: Klin. Wschr. 1941, I.
Paulsen: Dtsch.-med. Wschr. 1927, Nr. 16.
Pässler: Zbl. f. Chir. 1942, Nr. 20, S. 834; Verh. d. 11. Tgg. d. Dtsch. Ges. f. Kreislaufforschung 1938.
Petschacher: Münch.-med. Wschr. 1928, Nr. 11.
Petschacher: Wien.-klin. Wschr. 1935, Nr. 41; Wien.-med. Wschr. 1936, Nr. 5/6; Med. Klin. 1937, Nr. 13.
Rein: Klin. Wschr. (1937), Nr. 20, S. 714; Naunyn-Schmiedebergs Arch. 1937, Bd. 187, S. 617.
Rubner: Hdb. d. Hygiene Bd. I. (1911), S. 576, 577; Hdb. d. Hygiene Bd. IV, 2 (1919), S. 70.
Schellong: Regulationsprüfung d. Kreislaufes, Dresden und Leipzig 1938.
Scheurer u. Nuge: Münch. med. Wschr. 1942, II.
Schlegel: Klin. Wschr. 1941 I, 506.
Schlegel-Böttner: Z. exper. Med. 107, 267 (1940); Dtsch. Arch. klin. Med. 186, 586 (1940); Dtsch. Arch. klin. Med. 187, 193 (1941); die Ernährung 6, 177 (1941); Klin. Wschr. 1942 I, 533.
Schwenkenbecher-Siegel: Dtsch. Arch. klin. med. 92, 303 (1908).
Schwenkenbecher-Spitta: Arch. f. exper. Path. 56, 284 (1907).
Siepmann: Med. Klin. 1938, Nr. 36.
Skursky: Wien. klin. Wschr. 1937, Nr. 47.
Sprenger: Fortschr. Ther. Tg. 18. H. 7, 225—227 (1942).
Staehelin: In v. Bergmann-Staehelin, Hdb. d. inneren Mediz., 2. Aufl. Springer-Verlag, Berlin 1927, Bd. IV, 2. S. 1450: In Mohr-Staehelin, Hdb. d. inneren Mediz. 2. Auflg. Springer-Verlag, Berlin 1926, Bd. IV, 2, S. 1431.
Tünnerhoff u. Schlomka: Med. Welt, 1938, Nr. 51, S. 1811.
Uhlmann: Z. exper. Med. Bd. 43, H. 5/6.
Willcox: Lancet I, 648 (1920).
Wollheim: Klin. Wschr. 1927 II, 2135;
Wschr. 1933 I, 12.

Lebenslauf

Ich wurde am 19. Oktober 1914 als Sohn des Geschäftsreisenden Peter Weiß und seiner Ehefrau Elisabeth, geborene Fischer, zu Stolberg (Rhld.) geboren. Nach vierjährigem Grundschulunterricht besuchte ich das humanistische Gymnasium in Stolberg (Rhld.), wo ich Ostern 1937 die Reifeprüfung ablegte.

Meiner aktiven Dienstzeit genügte ich von 1937 bis 1939. Im Sommersemester 1939 begann ich meine Medizinstudien in Köln. Seit Kriegsbeginn bin ich wieder Soldat und wurde zum nebendienstlichen Medizinstudium nach Leipzig, Göttingen und Marburg kommandiert. Die ärztliche Vorprüfung bestand ich im Herbst 1941. Im Anschluß an das Sommersemester 1944 beabsichtige ich in Marburg die ärztliche Prüfung abzulegen. Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

In Köln: Darapsky, Kirchner, Kuhn, Sierp, Stark.

In Leipzig: Bargmann, von Brune, Clara, Helferich Hoffmann, Reche, Voß.

In Göttingen: Deudieke, Fuchs, Rein, Schoedel, Schütz, Ullrich, Voit.

In Marburg: Bach, Baumann, Becker, Benninghoff, Bersin, Conrad, Dittler, Falk, Fliege, Förster, Gremels, Grüter, Habs; Heim; Heinz, Heuser, Klapp, Kestermann, Klewitz, Kretschmer, Lauber, dü Mesnil, Mondry, Pfannenstiel, Rosemann, Ruete, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé Winkler.